

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**German Document 26 05 476**  
**KLEINWACHTER J.**

### **ABSTRACT**

The vibration damper comprises a motor which exerts on the vibrating system (1) with oscillation of equal frequency but of opposite phase. The original vibration is detected by sensors (3, 4 or 5) whose output is led to an analogue computer (6) for effecting the phase change. The output of the computer energizes the motor (2). The sensors are such as to produce a signal being a function of the velocity (S) of the vibrating system. Thus there may be a sensor (3) for the velocity itself, or a sensor (4) for acceleration, or a sensor (5) for the torque, the latter being a function of velocity.

51

Int. Cl. 2:

F 16 F 15/02

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 05 476 A 1

11

# Offenlegungsschrift 26 05 476

21

Aktenzeichen:

P 26 05 476.2

22

Anmeldetag:

12. 2. 76

23

Offenlegungstag:

18. 8. 77

24

Unionspriorität:

22 23 21

25

Bezeichnung:

Aktive Schwingungsdämpfung elastischer Antriebsselemente

26

Anmelder:

Kleinwächter, Johann, Prof. Dr.-Ing., 7850 Lörrach

27

Erfinder:

gleich Anmelder

ORIGINAL INSPECTED

8. 77 709 833/82

3/80

Patentansprüche

zur Patentbeschreibung: "Aktive Schwingungsdämpfung elastischer Antriebs-  
elemente"

1. Vorrichtung zu aktiver Schwingungsdämpfung elastischer Antriebs-  
elemente, dadurch gekennzeichnet, dass mittels  
Motoren oszillierende Kräfte auf das elastische Bauteil ausgeübt  
werden, die die Schwingungsenergie der elastischen Bauteile ent-  
ziehen.
2. Vorrichtung zu aktiver Schwingungsdämpfung elastischer Antriebs-  
elemente nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, dass  
die Motoren gleichzeitig zum Antrieb und zur aktiven Schwingungsdämpfung  
benutzt werden.
3. Vorrichtung zu aktiver Schwingungsdämpfung elastischer Antriebs-  
elemente nach Anspruch 1) und 2), dadurch gekennzeich-  
net, dass die Signale für die schwingungsdämpfenden Kräfte von Ge-  
schwindigkeitssensoren, die vornehmlich im Schwingungsbauch der ela-  
stischen Bauteile angebracht sind, geliefert werden.
4. Vorrichtung zu aktiver Schwingungsdämpfung elastischer Antriebs-  
elemente nach Anspruch 1) und 2), dadurch gekennzeich-  
net, dass die Signale für die schwingungsdämpfenden Kräfte von Be-  
schleunigungssensoren, die vornehmlich im Schwingungsbauch der ela-  
stischen Bauteile angebracht sind, durch zeitliche Differentiation ge-  
liefert werden.
5. Vorrichtung zu aktiver Schwingungsdämpfung elastischer Antriebs-  
elemente nach Anspruch 1) und 2), dadurch gekennzeich-  
net, dass die Signale für die schwingungsdämpfenden Kräfte von  
Drehmomentensensoren, die vornehmlich im Schwingungsknoten der ela-  
stischen Bauteile angebracht sind, durch zeitliche Differenzierung  
geliefert werden.

ORIGINAL INSPECTED

709833/0082

- 2.

Patentbeschreibung  
 =====

Titel: "Aktive Schwingungsämpfung elastischer Antriebs Elemente"

Mechanische Bauelemente zur Übertragung von Kräften und Bewegungen werden entweder nach ausreichender mechanischer Festigkeit oder nach zulässiger elastischer Deformation dimensioniert.

Bei schlanken Bauelementen, wie sie z.B. bei Hebezeugen verwendet werden, können auch bei ausreichender Biegefestigkeit von Konstruktionsebenen deren Biegeschwingungen zu unerträglichen Störungen führen. Da derartige Biegeschwingungen wegen der guten Elastizität des Stabmaterials nur eine geringe Eigendämpfung aufweisen, stellen sich z.B. bei motorisch angetriebenen Mechanismen mit Positions- und Laufgeschwindigkeit oder Kraft-rückführung bei grösserer Verstärkung des Regelkreises angefachte mechanische Schwingungen ein, die das Regelsystem unbrauchbar machen.

Um schwingungsfähige elastische Bauelemente (1) aktiv zu bedämpfen, werden erfindungsgemäss Motore verwendet, die periodische Kräfte geeigneter Amplitude und Phase auf das schwingungsfähige Bauteil so ausüben, dass dem System Schwingungsenergie entzogen wird. Häufig lassen sich die Antriebsmotore (2) für die einzelnen Freiheitsgrade durch eine zusätzlich oszillierende Kraft gleichzeitig zum Antrieb und zur Schwingungsämpfung benützen. Die oszillierende Kraft  $F$  darf dabei nicht mit der Durchfederung  $S$  in Phase sein, weil dies nur eine Änderung der Eigenfrequenz des Schwingungssystems bewirken würde, da die mittlere Oszillatorleistung  $\bar{I}$  bei  $90^\circ$  Phasenverschiebung zwischen  $F$  und  $\dot{S}$

$$\bar{I} = \frac{1}{T} \int_0^T F \dot{S} dt = 0$$

ist.

Um dem System durch die oszillierende Kraft  $F$  Schwingungsenergie zu entziehen, muss  $F$  und  $\dot{S}$  in Phase, d.h.  $F$  und  $S$  um  $90^\circ$  phasenverschoben sein.

Erfindungsgemäss sollen mittels besonderer Sensoren Signale gewonnen werden, die mit  $\dot{S}$  in Phase sind. Dies können z.B. sein:

709833/0082

• 3.

- a) Geschwindigkeitssensoren (3), die im Schwingungsbauch des Konstruktionsstabes (1) montiert sind, und die direkt Signale proportional  $\dot{S}$  liefern.
- b) Beschleunigungssensoren (4), die ebenfalls im Schwingungsbauch montiert sind und die  $\ddot{S}$  liefern.
- c) Drehmomentensensoren (5), die das zu  $\ddot{S}$  proportionale Drehmoment im Schwingungsknoten messen.

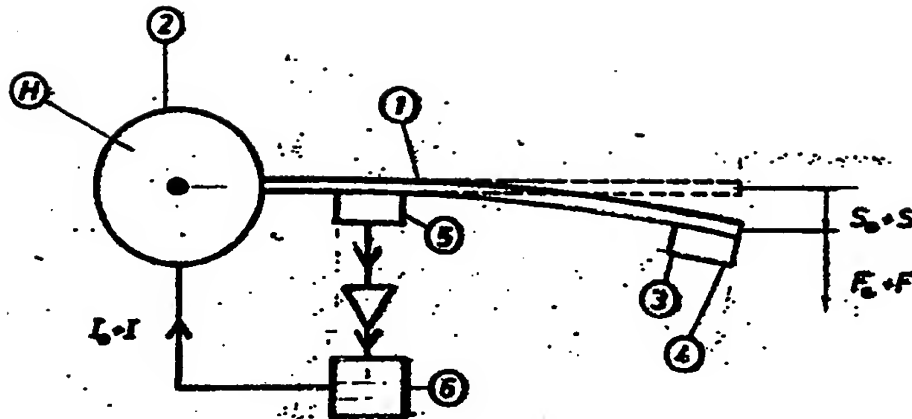
Aus  $\ddot{S}$  muss in den Fällen b) und c) mittels Analogrechner ein  $\dot{S}$  zu  $\ddot{S}$  um  $90^\circ$  voreilendes und somit zu  $\dot{S}$  in Phase schwingendes Signal gebildet werden. Da bei der Integration des messtechnisch zugänglichen  $\ddot{S}$ ,  $\dot{S}$  nur bis auf eine unbestimmte Integrationskonstante definiert ist, kann das mit  $\dot{S}$  gleichphasige Dämpfungssignal nur durch Differentiation von  $\ddot{S}$  erhalten werden. Somit ist das Regelverhalten dieser aktiven gedämpften Schwingungssysteme durch eine Differentialgleichung 3. Ordnung beschrieben, deren Lösungen nur für bestimmte Parameter gedämpft sind.

Lörrach, den 10. Februar 1976


4  
L erseite

-5-

Nummer: 28 05 476  
 Int. Cl.2: F 16 F 15/02  
 Anmeldetag: 12. Februar 1976  
 Offenlegungstag: 18. August 1977



709833/0082

Bemerkung:		Zeichen-Nr.:		Maßstab:		Sachbearb. <i>WJ</i>		Projekt O-Nr.:	
						Datum 1.2.1976			
Ersetzt durch:						 <b>ELEKTRONIK FÜR RAUMFAHRT UND ATOMTECHNIK KLEINWÄCHTER</b> D-7850 Lörrach · Kreuzstraße 105			
Maße ohne Toleranzangabe nach:		Werkstoff:							
Stückzahl		Bemerkung:							
		<b>Schema der aktiven Schwingungsdämpfung</b>							